VACUUM TUBE

真空管4本で構成，電源一体型のコンパクトでシンプルな

CR型RIAAイコライザー付きプリアンプ

岩村保雄 IWAMURA Yasuo

アナログ再生に必要な市販のイコライザーアンプのほとんどはオーディオ用アナログICが使われており，RIAA偏差など仕様はよいものの，聴いてみた結果はまた別である．電源一体型で，真空管はたった4本という簡単回路のCR型RIAAイコライザー付きプリアンプを製作した．送り出しにライントランスを使用し，フラットアンプの特性によって低域と高域が自然と減衰，それによりサブソニックノイズや安定性の問題などが解決した．また，CR型RIAAネットワークの設計法と計算式も解説した．

はじめに

デジタルオーディオが話題になってからしばらく経ちましたが，普及型の機材が市販されるようになった現在でも，いまだに音楽ソースが不十分なためか，普及はまだまだの印象です．それとは反対に，昔のLPを探し出して聴いてみて，CDを初めとするデジタル化の流れに疑問を持ったという方が多いようで，アナログ再生についての関心は思いのほか高いようです．

現在手に入るアナログ再生に必要なイコライザーのほとんどは，オーディオ用アナログICを使ったものです．RIAA偏差などは素晴らしいスペックを出しているものの，聴いて満足のいくものは残念ながら少数です．

自作するといっても，真空管を使ったイコライザーアンプはパワーアンプと比べて製作が難しい上に，製作記事も少ないというのが実情です．さらに製作記事の多くは上級者向けで，中級者でさえ難しいと感じるものがほとんどのようです．

取り組みやすく，シンプルなRIAAイコライザー付きプリアンプを作ってみようと考えていた矢先に，筆者の乗っているヨット“VIRGO”の仲間の一人，信州上諏訪のスナック“モンシェリ”のオーナーが，新築移転するのでオーディオ関係を手伝って欲しいとのこと．ヨット仲間の頼みを断るなどとてもできません．

これまでも，ときどきライブを催していたが，それに加えてLPを真空管アンプで鳴らしたいとのことでした．パワーアンプは以前に発表した**300B**シングルを提供するとして，RIAAイコライザー付きプリアンプは新規に製作しなければなりません．

イコライザーにはCR型，NF型あるいはLCR型がありますが，作りやすくシンプルとなるとLCR型は候補外です．NF型は特性はよいものの，高域で多量のNFBがかかるので作るのは意外に難しく，結局CR型で作ることにしました．なお，本稿ではCR型RIAAネットワークの設計法を計算式とともに具体的に説明しましたので参考にしてください．

CDとLPを音楽ソースにするので，必要な仕様はセレクターを付けることと，LPプレーヤーとパワーアンプが5m以上離れているので，送り出しはライントランスを使って600Ωアンバランスとすることです．

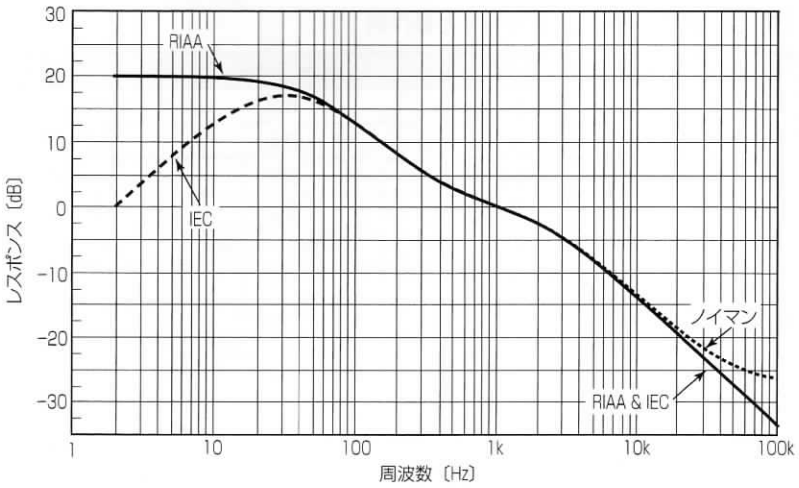
コンパクトにするにはそれに伴ったハム対策の難しさがあります．それでも本機は電源一体型として，真空管は整流管を含めてわずか4本と最少で製作しました．トランスや真空管はケースには入れないで剥き出しですが，初段の赤いシールドケースがアクセントになり，小粋な外観となっています．

RIAA特性について

RIAA特性は，アメリカレコード協会（Recording Industry

Association of America)によって決められた，LPレコードの記録/再生の規格で，3つの時定数3180/318/75μsで定義されています．ただし，RIAA規格では20Hz以下と20kHz以上の特性は定義されていません．IECにより改訂された規格では，低域に関して7950μs(20Hz)の時定数の追加が推奨されていますし，高域に関して，ノイマンのカッテングマシンでは可聴周波数以上に3.18μsの時定数を追加して，減衰量を最大−27dBとしています．これらの特性の違いがわかるように図1にまとめました．

実際にRIAA規格でイコライザーを製作すると，20Hz以下までフラットなので，サブソニックノイズまで再生されるという問題が起き，またNF型での高域には，上述のように20kHz以上でNFB量がさらに増加して，安定性に問題が生じることがあります．本機ではイコライザー特性をいじることはしていませんが，送り出しにライントランスを使っているので，フラットアンプの特性によって低域と高域が自然と減衰し，意図せずに問題が解決されています．



［図1］RIAA特性とIEC特性

回　路

(1) レベルダイヤグラム

CR型イコライザープリアンプは前段アンプ，CRネットワーク，後段アンプ，ボリューム，出力段フラットアンプから構成されます．初めにこれらのステージの信号レベルを想定して，レベルダイヤグラムを決めておきます．各段に必要とされる増幅度は，それに従って決まります．

本機はMMカートリッジの使用を考えているので，MCカートリッジを使う場合にはMCトランスを使うことで対応します．

MMカートリッジの出力レベルは，1kHzで6mVが代表的な大きさです．ただし，10kHzではRIAAのプリエンファシスにより+20dB，すなわち60mVの入力となるので，前段アンプは余裕をみて150mVの耐入力が必要です．一方，後段アンプはRIAAネットワークで信号レベルが平坦化するので，50mVの耐入力で済んでしまいます．

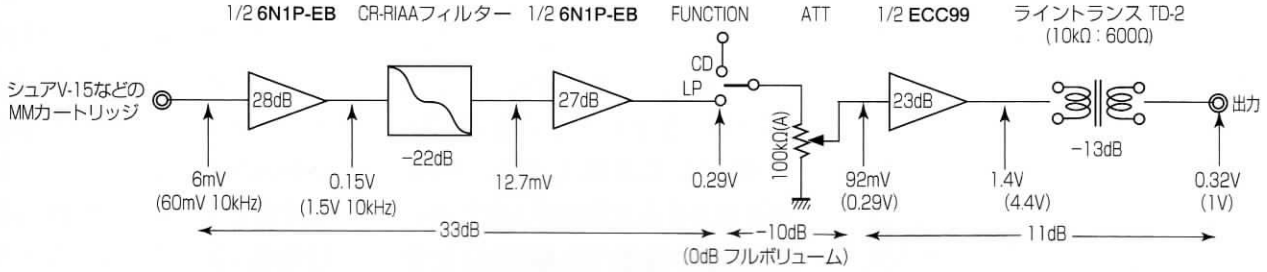
フラットアンプは，CDからの入力も扱わなくてはならないので，少なくとも1Vの耐入力を，最大出力電圧も最低1Vは確保したいところです．フラットアンプの増幅度は2〜3が使いやすいといわれているので，本機では約3倍(11dB)としました．

これらの条件をレベルダイヤグラムに当てはめると，図2のようになります．

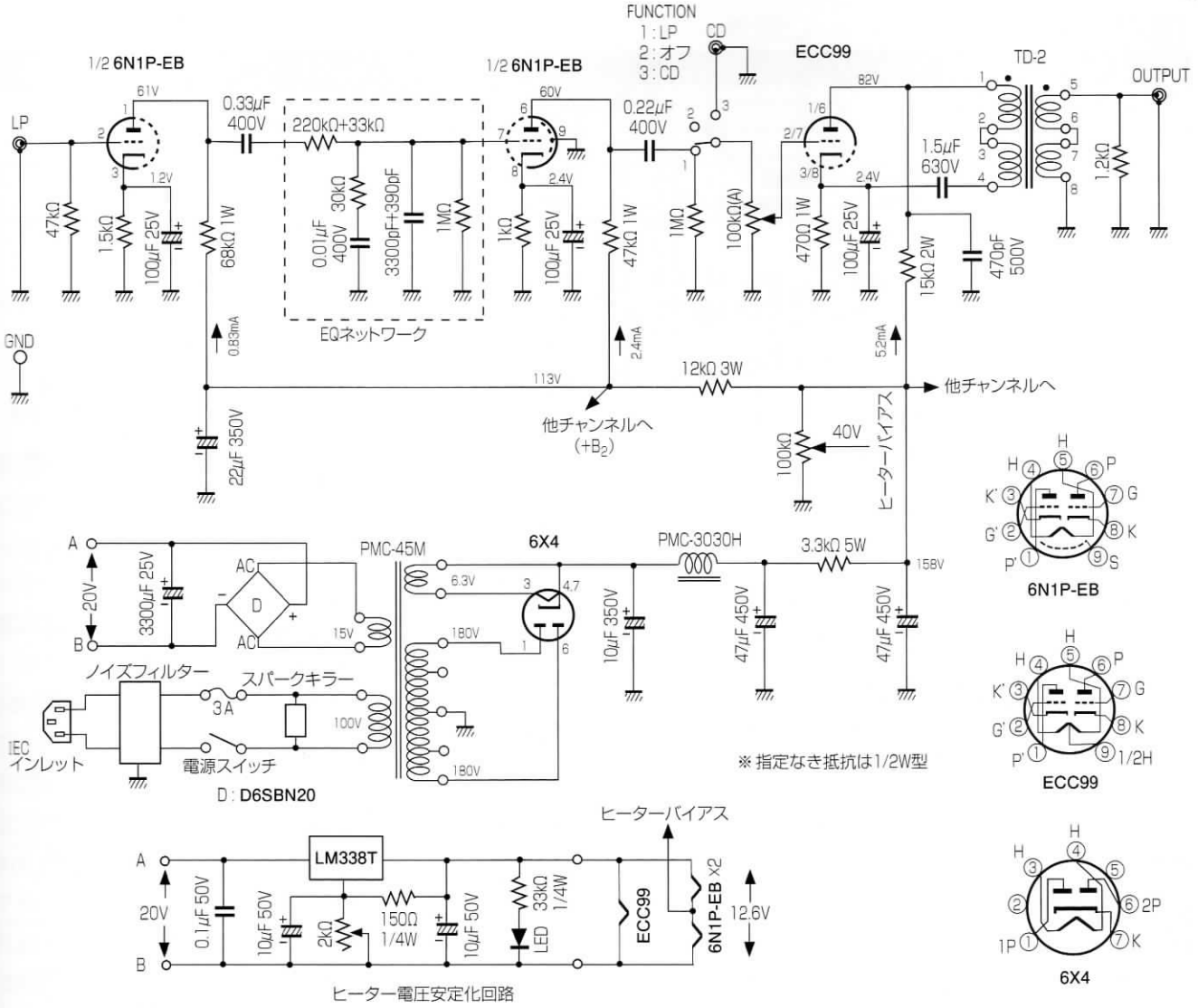
(2) 前段/後段アンプ

前段の電圧増幅アンプは，MMカートリッジからの微小電圧を28dB(約25倍)増幅するだけでなく，出力インピーダンスは10kΩ程度に抑える必要があります．出力インピーダンスが大きいと，RIAA-CRネットワークのインピーダンスが全体的に大きくなってしまい，ノイズを拾いやすくなってしまいます．

後段の電圧増幅アンプはボリュームが負荷となるので，出力イン



［図2］イコライザーアンプでの1kHzのレベルダイヤグラム



［図4］CR型RIAAイコライザー付きプリアンプの回路図

十分にドライブできないので，ここでも無帰還としました．

(5) 電源回路

B電圧は整流管**6X4**を使って整流し，30Hのチョークコイルを使ったコンデンサーインプットのリップルフィルターを通します．フィルターの入口側のコンデンサーは，**6X4**による制限から控えめの10μFです．その後，抵抗とコンデンサーでもう1段平滑化し，できるだけB電圧からリップルを除去します．

ヒーター電源は15Vの巻線を電圧ロスの少ないショットキーバリアダイオードブリッジで整流した後，コンデンサーだけで平滑化して直流20Vを作っています．直流点火用のDC12.6Vは可変3端子レギュレーター**LM338T**（定格電流5A）を推奨回路にならって作っています．なお，ヒーター用のショットキーバリアダイオードブリッジとレギュレーターICからの発熱はかなりの量になっています．そのために，これらは補強を兼ねて，シャシー内部に設置したアルミアングルに取り付けて放熱を図っています．

(6) 残留ハムへの対策

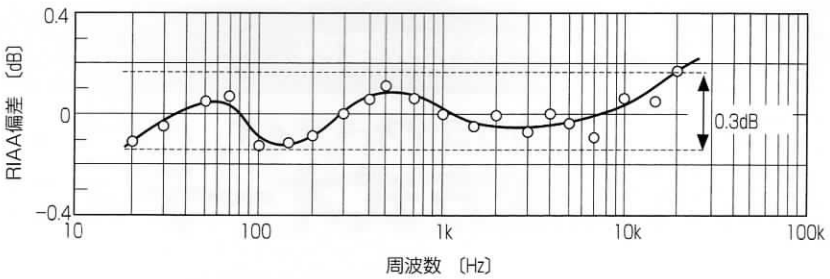
微小信号を扱うイコライザーアンプでハムを排除することは，ベテランでも手こずるものです．本機のようにコンパクトに電源一体型としてまとめるとなると，それは一段と難しいものになります．その対策として，本機では次のような手段をとっています．

①直流点火
②ヒーターバイアス
③AC100Vの入口にノイズフィルターを設置
④イコライザー段の真空管にはシールドケースを被せる
⑤アースをシャシーに落とすポイントの最適化

ここまで検討した項目(1)～(6)をまとめると，イコライザーアンプの回路は図4のようになります．

使用部品

CR型RIAAイコライザーアン



［図12］RIAA偏差（1kHzの偏差を0dBとする）

ットアンプ段の特性が重畳するので，イコライザー段のみの偏差のカーブとはいくぶん違って，20kHz以上での低下が目立ちます．

入出力特性の測定は1kHzでのみ行いました．イコライザーで大切なのは最大入力電圧と増幅度です．図13の測定結果から1kHzでの最大入力電圧は250mVとなりました．定格入力電圧を1kHzで6mV，10kHzで60mVとしたので，条件の厳しい10kHzでも4倍以上の余裕を持っています．また，本機イコライザー部の増幅度は全体で33.6dB（48倍）で，レベルダイヤグラム相当となっています．

イコライザーアンプ段の入力から出力までの歪率特性を1kHzで測定しました．歪率特性は図14のように漸増する傾向を示しています．NFBをかけていないので，歪率特性はまさしく無帰還の特性です．レベルダイヤグラムで定格出力と規定した0.29V_{rms}での歪率は0.12%，出力1V_{rms}でさえ歪率は0.25%以下なので，すべてが無帰還の回路構成にしては低いレベルに収まっています．

プリアンプ全体としての残留ノイズは，入力ショート／フルボリュームでの残留ノイズは，JIS-Aフィルターをかけて0.38mVでした．これは入力に換算すると2.4μVなので，入力電圧6mVに対するS/Nは68dBとなり，問題のない数値でした．

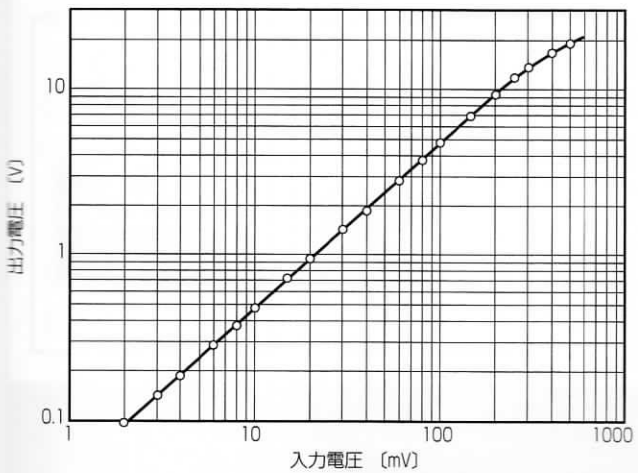
試聴とまとめ

完成したイコライザーアンプにシュアV15 Mk.2をつないで試聴しました．イコライザーアンプで気になるハム雑音は，さすがにフルボリュームでは若干聴こえるものの，通常の試聴レベルでは聴こえず，残留ハムへの対策を施した甲斐がありました．筆者のシステムでは，CD試聴時のボリューム位置は8～9時，LP試聴時のボリューム位置は10～12時だったので，プリアンプとしての利得は適切なようです．

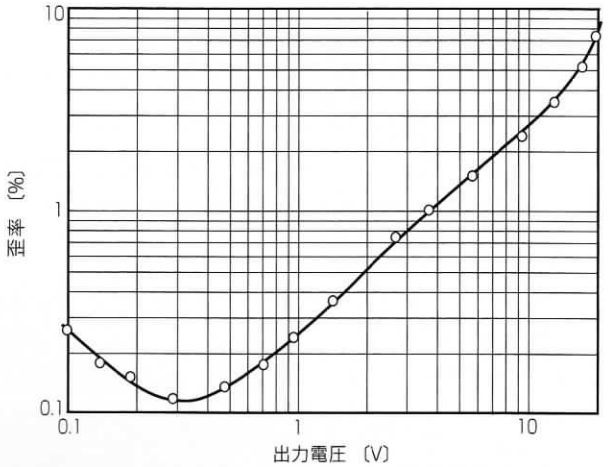
音を確かめるために，『Julie London：The End of the World』を聴いてみました．やはり，CDとは違います．刺激感が少なく，CDよりもこちらのほうが自然なのではないかと思わせる音です．CDは，ミクシング段階で聴きやすいようにイコライジングされているのでしょうか．

本機と**300B**シングルアンプ（本誌2012年10月号に発表したものを若干改造）を，巻頭の上諏訪“モンシェリ”で見て聴いていただければ幸いです．

試聴は，LPプレーヤー：ガラード401，カートリッジ：シュアV15 Mk.2，トーンアーム：SME 3009，**PX25**シングルパワーアンプ（本誌2008年12月号発表），スピーカー：アルテック604-8Hのウーファー＋アルテック802D/811Bホーン＋コーラルH100で行いました．



［図13］イコライザー段の入出力特性（1kHz）



［図14］イコライザー段の1kHzの歪率特性（400Hzローカットフィルターを使用）